ми по времени и тензором чистой деформации, входящим в полярное разложение градиента места, тоже с временными производными. Это определяющее соотношение может быть записано через энергетический и другие тензоры напряжений, если известна их связь с повернутым тензором. Конкретизируя вид определяющего соотношения с одним из этих тензоров напряжений, автоматически определим и тип объективной производной тензора истинных напряжений, во взаимооднозначное соответствие которому поставлена простая производная принятого ранее тензора напряжений.

В рамках предложенного подхода получен ряд взаимосвязанных уравнений состояния вязкоупругой среды Максвелла с различными корректно учтенными типами объективных производных. Решена тестовая задача простого сдвига. Проведен анализ полученных уравнений состояния с корректно учтенной R-производной и с произвольно назначенными производными. Нереальное поведение напряжений доказало недопустимость произвольного выбора. Корректный учет объективной производной позволил описать известный в литературе эффект Вейссенберга – эффект возникновения нормального напряжения, не описываемый классической моделью вязкоупругой среды Максвелла.

НЕСТАЦИОНАРНАЯ ДИНАМИКА РЕБРИСТОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ

Пожуев А.В.

Запорожская государственная инженерная академия

В настоящей работе найдено решение задачи о действии подвижных нагрузок на бесконечно длинную цилиндрическую оболочку, подкрепленную по наружной поверхности продольными ребрами жесткости и содержащую внутри упругий инерционный заполнитель. Движущаяся нагрузка передается на оболочку только через ребра, вне ребер нагружение отсутствует. Учитывается дискретность расположения ребер путем записи для них уравнений движения балок с последующим удовлетворением условиям сопряжения.

Для описания движения оболочки используются уравнения типа Тимошенко с учетом деформаций сдвига и инерции вращения, движение каждого ребра описывается уравнением теории балок, а движение заполнителя – динамическими уравнениями теории упругости.

При решении данной задачи были рассмотрены граничные условия для жесткого и скользящего контакта заполнителя с оболочкой. Контакт между ребрами и оболочкой происходит по осям балок, следовательно, внешняя нагрузка на оболочку равна сумме давлений, передаваемых через каждое ребро, на осях балок ($\theta=\theta_k$) перемещения оболочки равны прогибам балок с противоположным знаком.

Относя все линейные величины к наружному радиусу заполнителя, переходим во всех уравнениях к безразмерным переменным. Интегрирование уравнений движения заполнителя осуществляем путем введения потенциальных функций. После их подстановки применяем интегральное преобразование по осевой координате и преобразование Лапласа по времени, после чего раскладываем все искомые функции в ряды Фурье по угловой координате. Получаем в пространстве изображений волновые уравнения, решением которых являются линейные комбинации с неизвестными коэффициентами функций Бесселя первого и второго рода мнимого аргумента.

Применяя аналогичные преобразования к уравнениям оболочки типа Тимошенко, выражаем неизвестные переменные через компоненты тензора перемещений в оболочке. Удовлетворяя граничным условиям, получаем систему линейных уравнений относительно неизвестных коэффициентов при функциях Бесселя, в которую также входит неизвестная реакция со стороны балок. Поэтому обратный ход алгоритма возможен только после добавления к этой системе с помощью условий сопряжения уравнений движения балок (после применения к ним одномерного преобразования Фурье и преобразования Лапласа по времени).

Разрешая систему относительно коэффициентов, находим трансформанты напряженно-деформированного состояния в любой точке оболочки, заполнителя и ребер. Окончательное решение задачи сводится к суммированию рядов Фурье, вычислению обратного преобразования Фурье и обращению преобразования Лапласа.

При проведении численных экспериментов исследован переходный процесс для различных физических и геометрических характеристик оболочки. Проведенные расчеты показали надежность и эффективность предложенного подхода для анализа переходных процессов в слоистых конструкциях с дискретными подкреплениями.

КВАЗИДВУМЕРНАЯ АППРОКСИМАЦИЯ ПЛАСТИН И ОБОЛОЧЕК НА БАЗЕ ТРЕХМЕРНОГО КУБИЧЕСКОГО ИЗОПАРАМЕТРИЧЕСКОГО КОНЕЧНОГО ЭЛЕМЕНТА СИРЕНДИПОВА СЕМЕЙСТВА

Прокофьева Е.Ю., Филимонова Н.Ю.

Нижегородский государственный университет

В настоящее время метод конечных элементов (МКЭ) является, по существу, необходимой составной частью прочностных расчетов при проектировании машин и конструкций. В то же время, несмотря на громадное количество проведенных исследований, на базе которых построены целые семейства конечных элементов (КЭ), проблема разработки надежных и эффективных КЭ остается актуальной. Наиболее остро она проявляется в конечно-элементном анализе составных тонкостенных конструкций, характерной особенностью которых является наличие малого параметра – относительной толщины несущих элементов: стержней, пластин и оболочек.

Наиболее точной для пластин и оболочек является трехмерная модель и естественно, что вопросам ее конечно-элементной аппроксимации уделяется немало внимания.

Путем погружения конечно-элементных аппроксимаций сирендипова семейства в поля перемещений чистого и поперечного изгиба балки-полоски исследователями было установлено, что для устранения "ложных" деформаций поперечного сдвига, приводящих к "запиранию" элемента, степень аппроксимации полинома перемещений должна быть не ниже кубической. Для устранения эффекта "запирания" при использовании конечных элементов с аппроксимирующими полиномами со степе-